

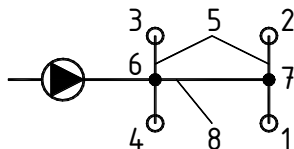
# ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОПУСТИМОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ РОЗДАВАННЯ ВОДИ ВОДОРОЗПОДІЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ БАШТОВОЇ ГРАДИРНІ

Білий Р.В., бакалавр

Орел В.І., доцент, кандидат технічних наук

Національний університет "Львівська політехніка", Україна, м. Львів, vadim\_orel@yahoo.com

Дослідження за методикою [1] проводили на фізичній моделі системи циркуляційного водопостачання енергоблоку Рівненської АЕС (масштаб 1:59), яка є в лабораторії кафедри гідравліки та сантехніки Національного університету "Львівська політехніка" [2] (рис. 1).



**Рис. 1.** Робоча схема моделі водорозподільного пристрою баштової градирні системи циркуляційного водопостачання енергоблоку Рівненської АЕС:

1...4 – сопла; 5 – робочий трубопровід; 6, 7 – вузли розподілу води;

8 – магістральний трубопровід

Одержано [3] нерівномірність міжвузлового (при відгалуженні на робочі трубопроводи) роздавання води на магістральному трубопроводі моделі водорозподільного пристрою баштової градирні. Було з'ясовано, що ця нерівномірність виникає тільки в робочих трубопроводах і соплах. Відповідний розрахунок наведено в [4]. Міжвузлове регулювання витрат здійснювали зменшенням площі живого перерізу робочого трубопроводу за допомогою кульового вентиля [3], згідно з [5]. На натурі дроселювання потоку води можна здійснювати механічним або автоматичним способом [6]. Проте, на моделі це є неприйнятним, адже кульовий вентиль (кран) є запірною арматурою, а «застосовувати запірну арматуру як регулювальну не допускається» [7, п.12.11]. Тому було запропоновано діафрагмування потоку рідини [8] без виникнення гідродинамічної кавітації [9].

Стосовно градирень слід досягати, щоб нерівномірність роздавання води  $m_{тр} = 0,90...0,95$  [10, с.206]. Цей показник обчислюють як:

$$m_{тр} = Q_{с.п}/Q_{с.к},$$

де  $Q_{с.п}$  та  $Q_{с.к}$  – витрата води відповідно крізь перше та останнє (кінцеве) за рухом води сопла.

**Метою дослідження** є забезпечення допустимої нерівномірності роздавання води діафрагмуванням потоку на робочому трубопроводі.

**Об'єктом дослідження** є гідравліка потоків води в моделі водорозподільного пристрою баштової градирні.

**Предметом дослідження** є нерівномірність роздавання води робочими трубопроводами та соплами моделі водорозподільного пристрою баштової градирні.

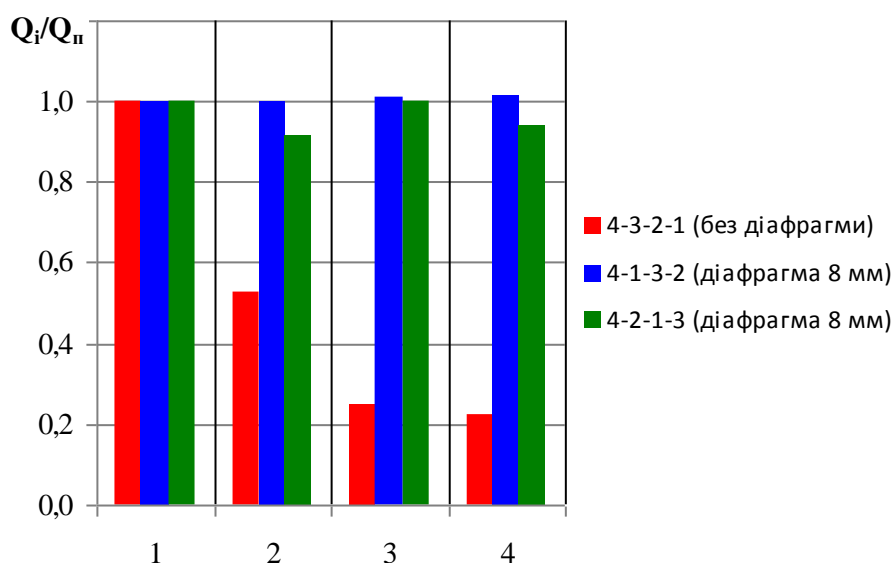
**Методи дослідження.** Використано такі методи: фізичний – для дослідження витрати води крізь сопла моделі водорозподільного пристрою баштової градирні; математичний – для обробки отриманих результатів.

Нерівномірність роздавання води соплами за діафрагмування потоку на робочому трубопроводі контролювали за допомогою співвідношення  $Q_i/Q_n$ , де  $Q$  – витрата води крізь сопла; індекси "п" та "і" відповідають соплам, які включилися в роботу, відповідно, першим та наступними. В досліді\*, наведеному в таблиці, першим включалося в роботу сопло №4. За даними таблиці одержано рис. 2.

\* У дослідженні брав участь бакалавр М.С. Лисяк.

*Дані фізичного експерименту  
із забезпечення допустимої нерівномірності роздавання води*

Ч/ч	Послідовність включення сопел в роботу	Витрата води крізь сопла Q, мл/с				Q <sub>i</sub> /Q <sub>п</sub>
		№1	№2	№3	№4	
без регулювання витрати води						
1.	4-3-2-1				86,8	1,000
				45,8		0,528
			21,5			0,248
		19,4				0,224
з регулюванням витрати води						
2.	4-2-1-3				43,4	1,000
			39,7			0,915
		43,4				1,000
				40,8		0,940
3.	4-1-3-2				42,7	1,000
		42,7				1,000
				43,1		1,009
			43,4			1,016



**Рис. 2.** Відносна зміни витрат води соплами  
за діафрагмування потоку на робочому трубопроводі перед соплом №4

З рис. 2 видно, що при роботі моделі водорозподільного пристрою баштової градирні без регулювання витрати води є велика нерівномірність її розподілу.

Діафрагму з внутрішнім діаметром отвору  $d = 8$  мм встановлювали на робочому трубопроводі з внутрішнім діаметром  $D = 17,8$  мм перед соплом №4 (відносний діаметр діафрагми  $d/D = 0,449$ ). При цьому нерівномірність роздавання води була в допустимих межах.

Отже, було змодельоване дроселювання потоку на робочому трубопроводі моделі водорозподільного пристрою баштової градирні, яке здійснюють на натурі для регулювання

витрати води. При цьому діафрагмування забезпечувало допустиму нерівномірність роздавання води.

**1.** Орел В.І. Експериментальний стенд для дослідження водорозподільного пристрою баштових градирень / В.І. Орел, І.М. Лесюк, Р.М. Строгуш // VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. – Одеса: ОНАХТ, 2016. – С.80-83.

**2.** Проект фізичної моделі системи циркуляційного водопостачання: Договір №7001 / Національний університет "Львівська політехніка". – № ДР 0103U004631. – Львів, 2003.

**3.** Орел В.І. Вплив конструктивних параметрів на роботу водорозподільного пристрою баштової градирні / В.І. Орел, І.М. Лесюк, Р.М. Строгуш // Ресурси природних вод Карпатського регіону / Проблеми охорони тарасіонального використання. Матеріали П'ятнадцятої міжнародної науково-практичної конференції (м.Львів, 26–27 травня, 2016 р.): збірник наукових статей. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2016. – С.193-195.

**4.** Орел В.І. Визначення втрат напору між вузлами розподілу води на магістральному трубопроводі водорозподільного пристрою градирні / В.І. Орел // Зимові наукові підсумки 2017 року: II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція: тези доповідей, Дніпро, 25 грудня 2017 р. – Ч. 1. – Дніпро: НБК, 2017. – С.10-16.

**5.** Орел В.І. Регулювання діляника потоку рідини / В.І. Орел, Б.В. Завойко, М.Є. Гаврилів // IV Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості»: Збірник матеріалів IV Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2013. – С.138-139.

**6.** Пресман М.И. Гидравлические схемы водораспределительных систем башенных градирен ТЭС и АЭС: Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.16. «Гидравлика и инженерная гидрология» / М.И. Пресман. – С.-Петербург, 2005. – 19 с. – Режим доступу: <http://tekhnosfera.com/view/153803/a?#?page=1>.

**7.** ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.

**8.** Білий Р.В. Регулювання діляника потоку рідини діафрагмуванням / Р.В. Білий // Фізичні процеси в енергетиці, екології та будівництві : тези доп. II Всеукр. наук.-практ. конф. здобув. вищ. осв. та молод. вчен. – Одеса : ОДАБА, 2019. – С.34-36.

**9.** Білий Р.В. Запобігання гідродинамічній кавітації при регулюванні діляника потоку рідини / Р.В. Білий, В.І. Орел // IX Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості»: Збірник тез доповідей IX Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Одеса: ОНАХТ, 2018. – С.99-101.

**10.** Пономаренко В.С. Градирни промышленных и энергетических предприятий: Справочное пособие / В.С. Пономаренко, Ю.И. Арефьев; Под общ. ред. В.С. Пономаренко. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 376 с.